

# Terremotos y salud: lecciones y recomendaciones

Gabriel Salazar-Arbelaez, MD, MPH, DTM and H.<sup>(1)</sup>

**Salazar-Arbelaez G.  
Terremotos y salud: lecciones y recomendaciones.  
Salud Publica Mex 2018;60(suppl 1):S6-S15.**

<https://doi.org/10.21149/9445>

## Resumen

Los terremotos, además de los múltiples efectos que producen, ponen en evidencia la vulnerabilidad de los sistemas de salud y crean la necesidad de adoptar una política de Estado que ponga en práctica un plan de contención y mitigación de daños a la salud. Asimismo, el comportamiento de las personas durante un terremoto es un factor importante de predicción de su supervivencia, por lo tanto, la educación de la comunidad acerca de cómo comportarse durante un evento es primordial. Por consiguiente, la preparación es necesaria a nivel comunitario, organizacional y de política pública, particularmente de los servicios sanitarios, para mitigar los efectos adversos para salud y para el sistema de respuesta del Estado. Dentro de los factores de riesgo, los niños menores, los adultos mayores y las personas con problemas de movilidad presentan una mayor vulnerabilidad. Esto debe ser tomado en cuenta por los Estados en sus fases de prevención y preparación previas a un terremoto. Desde el punto de vista epidemiológico, la morbilidad y la mortalidad están relacionadas con lesiones traumáticas, las cuales demandan, muchas veces, niveles de atención médica especializada en un periodo corto, para lo cual en muchas ocasiones los Estados no se encuentran preparados. Además de las víctimas de traumatismos relacionados con el terremoto, los servicios de emergencia y los hospitales también deberían prepararse para responder a otras necesidades de salud como enfermedades cardiovasculares, enfermedades infectocontagiosas y desórdenes de estrés postraumático. Los terremotos generados en México en septiembre de 2017 generaron una respuesta social organizada que debe de ser documentada, para qué, con base en las lecciones aprendidas, se enfrenten con mayor eficacia los nuevos fenómenos naturales.

Palabras clave: terremotos; emergencias; servicios de salud; México

**Salazar-Arbelaez G.  
Earthquakes and health: lessons and recommendations.  
Salud Publica Mex 2018;60(suppl 1):S6-S15.**

<https://doi.org/10.21149/9445>

## Abstract

Earthquakes, in addition to the multiple effects they produce, highlight the vulnerability of health systems and create the need to adopt a State policy that implements a plan to contain and mitigate health damages. Likewise, the behavior of people during an earthquake is an important factor in predicting their survival. Therefore, educating the community about how to behave during an event is paramount. Therefore, preparation is necessary at the community, organizational and public policy levels, particularly in health services to mitigate adverse effects for health and for the State response system. Among the risk factors, younger children, the elderly and people with mobility problems are more vulnerable. This must be taken into account by the States in their phases of prevention and preparation prior to an earthquake. From the epidemiological point of view, morbidity and mortality are related to traumatic injuries, which often demand levels of specialized medical attention in a short period, which in many cases States are not prepared to offer it. In addition to victims of earthquake-related injuries, emergency services and hospitals should also be prepared to respond to other health needs such as cardiovascular diseases, infectious diseases and post-traumatic stress disorder. The earthquakes suffered in Mexico in September 2017, generated an organized social response that must be documented, so that based on the lessons learned, the new natural phenomena will be faced with greater efficiency.

Keyword: earthquakes; Mexico; emergencies and health services

(1) Consultor Internacional en el Área de Emergencias y Desastres y la Salud Internacional.

Se estima que hay 500 000 terremotos detectables en el mundo cada año. Se pueden sentir 100 000 de ellos, y 100 de éstos causan daños.<sup>1</sup> Durante el siglo XX, los terremotos han causado más de 1.87 millones de muertos, con un promedio de 2 052 personas fallecidas en cada uno (cuadro I).<sup>2</sup>

En efecto, entre 1980 y 2009, aproximadamente 400 000 muertos, un millón de heridos y 61.5 millones de personas afectadas han sido reportados como víctimas de fenómenos telúricos.<sup>3</sup>

En enero de 2010, un terremoto de magnitud 7.0 afectó a la isla La Española (Haití y República Dominicana) cuyos resultados fueron más de 220 000 muertos, un sinnúmero de desaparecidos y una cantidad considerable de viviendas afectadas, que forzaron a una gran cantidad de personas a vivir en las calles, sin las más mínimas condiciones de higiene y saneamiento ambiental. En marzo de 2011, un terremoto de magnitud 8.9, de mayor magnitud comparado con el de Haití, afectó a Japón, desencadenando al mismo tiempo un tsunami que arrojó unas 28 000 muertes y numerosas propiedades afectadas.<sup>2</sup>

El 7 y el 19 de septiembre de 2017, México sufrió importantes pérdidas humanas y materiales a consecuencia de dos sismos que afectaron principalmente a Morelos, Oaxaca, Chiapas y la Ciudad de México. En general, con un promedio de 40 sismos diarios, México se clasifica como una de las zonas de más alta sismicidad del planeta, debido a que se sitúa sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico y en la confluencia de las placas Norteamericana, del Pacífico, de Cocos, de Rivera y del Caribe (figura 1).<sup>4</sup>

En la historia reciente, la mayoría de terremotos de alta magnitud (más de 80%) han sido registrados en la región del Cinturón de Fuego del Pacífico, particularmente en unos 10 países, la mayoría localizados en Asia.<sup>1,2,5</sup>

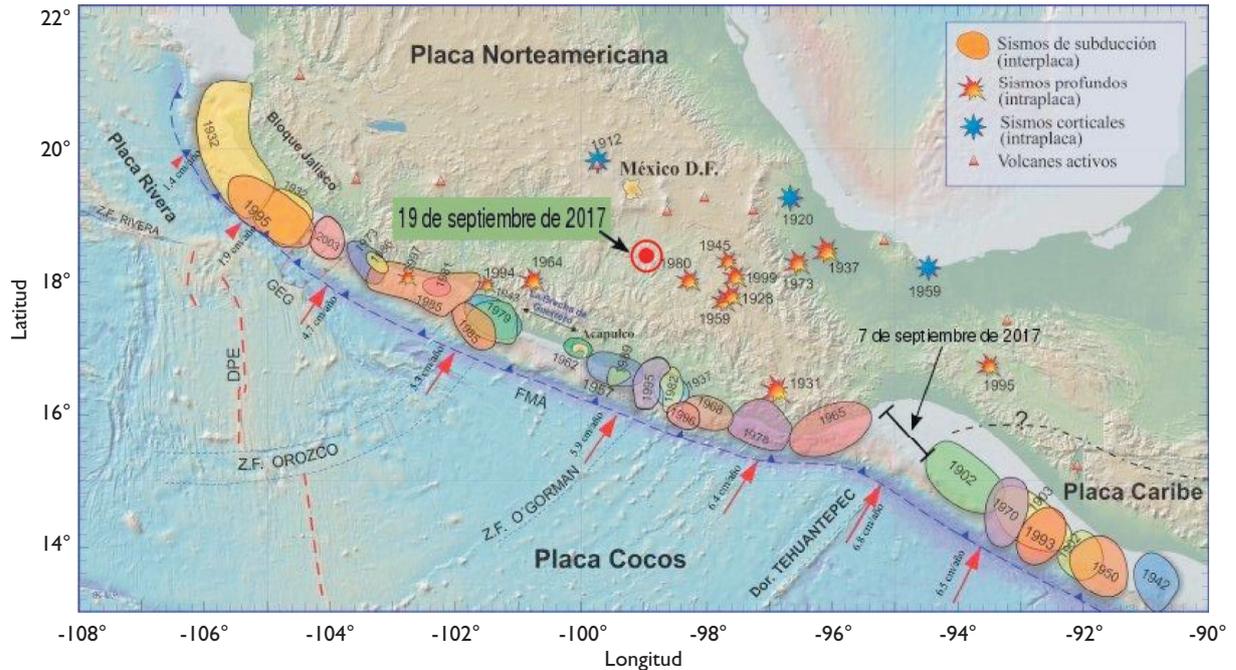
Según estudios retrospectivos, el número reportado de muertos, lesionados, afectados y sin abrigo, se ha subestimado debido a un subregistro o a la inconsistencia de los sistemas de información. En términos de consecuencias, la distribución del número de muertos, lesionados y afectados por los terremotos varía de forma importante según la región y el nivel de desarrollo económico, con una magnitud mayor en áreas

**Cuadro I**  
**LOS TERREMOTOS REGISTRADOS Y CONOCIDOS MÁS DESTRUCTIVOS EN EL MUNDO,**  
**CON 50 000 O MÁS MUERTES, HASTA EL 1 DE SEPTIEMBRE DE 2009**

Fecha	Lugar	Núm. de muertos (estimado)	Magnitud
1556.01.23	Shaanxi (Shensi), China	830 000	~8
1976.07.27	Tangshan, China	255 000 (oficial)	7.5
1138.08.09	Siria, Aleppo	230 000	ND
2004.12.26	Sumatra	227 898	9.1
856.12.22	Irán, Damghan	200 000	ND
1920.12.16	Haiyuan, Ningxia (Ning-hsia), China	200 000	7.8
893.03.23	Irán, Ardabil	150 000	ND
1923.09.01	Kanto (Kwanto), Japón	142 800	7.9
1948.10.05	Ashgabat (Ashkhabad), Turkmenistán (Turkmeniya, USSR)	110 000	7.3
1290.09.27	China, Chihli	100 000	ND
2008.05.12	Eastern Sichuan, China	87 587	7.9
2005.10.08	Pakistán	86 000	7.6
1667.11	Caucasia, Shemakha	80 000	ND
1727.11.18	Irán, Tabriz	77 000	ND
1908.12.28	Messina, Italia	72 000	7.2
1970.05.31	Chimbote, Perú	70 000	7.9
1755.11.01	Portugal, Lisboa	70 000	8.7
1693.01.11	Italia, Sicilia	60 000	7.5
1268	Asia Menor, Sicilia	60 000	ND
1990.06.20	Irán Occidental	40 000 a 50 000	7.4
1783.02.04	Italia, Calabria	50 000	ND

ND: sin datos

Fuente: Earthquake Hazards Program<sup>1</sup>



**FIGURA I. ÁREAS DE RUPTURA DE LOS SISMOS MÁS IMPORTANTES QUE HAN OCURRIDO EN MÉXICO. EL EPICENTRO DEL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 2017 (PUEBLA-MORELOS, MAGNITUD 7.1), SE REPRESENTA CON UN PUNTO DE COLOR ROJO**

Fuente: Grupo de trabajo del Servicio Sismológico Nacional, UNAM<sup>4</sup>

con desarrollo económico más bajo, asociado con un número mayor de muertos (cuadro II).<sup>1,2,5</sup>

Al respecto, en una revisión de diferentes bibliografías, los países con bajo y medio-bajo ingreso reportaron la mayor mortalidad relacionada con los terremotos, en el periodo comprendido entre 1980 y 2009 (cuadro III).

Además, la acelerada urbanización de las áreas sísmicamente activas del mundo resalta la vulnerabilidad de las mismas, evidente en el número trágico de muertos y lesionados por efecto de los terremotos. Este es el caso de Asia, donde los terremotos han concentrado su impacto y registrado el mayor número de afectados (cuadro IV).<sup>6,7</sup>

**Consecuencias y efectos de los terremotos**

Los indicadores de diseño de edificios, la geografía y los indicadores de desarrollo son algunos de los factores importantes en la vulnerabilidad sísmica. Al respecto, estudios asociados con la mortalidad por sismos son

**Cuadro II  
IMPACTO DE LOS TERREMOTOS EN LA POBLACIÓN HUMANA, 1980-2009 (N=738)**

Consecuencias humanas	Núm. de eventos	Mejor estimación
Muertos	687	372 634
Lesionados	417	995 219
Sin hogar	376	1 600 354
Afectados	688	6 152 149

Fuente: The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events, 1980-2009 and Systematic Literature Review<sup>2</sup>

consistentes con observaciones previas de que ésta varía en función de la gravedad, el lugar, el tiempo y el nivel de desarrollo del área afectada. Estos estudios permitieron concluir que una mayor profundidad del hipocentro se asocia inversamente con la mortalidad, mientras que una mayor magnitud se asocia positivamente con la misma.<sup>3,5</sup>

**Cuadro III**  
**NIVEL DE DESARROLLO SEGÚN EL BANCO MUNDIAL, N (%)**  
**Y MORTALIDAD RELACIONADA CON TERREMOTOS, 1980-2009 (N=738)**

Características	No muertos (n=214)	1-9 muertos (n=258)	10-99 muertos (n=144)	>100 muertos (n=122)
De bajos ingresos	14 (6.5%)	26 (10.1%)	14 (9.7%)	18 (14.8%)
Ingreso medio-bajo	104 (48.6%)	121 (46.9%)	73 (50.7%)	67 (54.9%)
Ingreso medio-alto	47 (22.0%)	69 (26.7%)	38 (26.4%)	26 (21.3%)
Altos ingresos	49 (22.9%)	42 (16.3%)	19 (13.2%)	11 (9.0%)

Fuente: The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events, 1980-2009 and Systematic Literature Review<sup>2</sup>

**Cuadro IV**  
**LOS TERREMOTOS REGISTRADOS DE MAYOR**  
**MAGNITUD, A MARZO 13 DE 2011**

Lugar	Fecha	Magnitud
Chile	1960	9.5
Prince William Sound, Alaska	1964	9.2
Costa del Norte de Sumatra, Indonesia	2004	9.1
Kamchatka	1952	9.0
Japón	2011	8.9
Costa de Chile	2010	8.8
Costa de Ecuador	1906	8.8
Alaska	1965	8.7
Norte de Sumatra, Indonesia	2005	8.6
Tíbet	1950	8.6

Fuente: Earthquake Hazards Program, USGS<sup>1</sup>

## Lugar de los terremotos

Según un estudio que realizó una revisión sistemática de reportes sobre terremotos entre 1980 y 2009, “un promedio de 24.6 (rango 13-43) terremotos afectó a las poblaciones humanas, anualmente, entre 1980 y 2009, que se distribuyeron de manera relativamente uniforme a lo largo de las regiones del Pacífico Occidental, Américas y Mediterráneo Oriental, con cada región representando entre 20 y 25 de los siniestros”.<sup>2</sup>

## Mortalidad y morbilidad como efectos directos

Los terremotos provocan altas tasas de mortalidad por traumatismos, quemaduras, asfixia, inhalación de polvo

(distrés respiratorio agudo) o exposición al entorno (p.e. hipotermia). Durante las primeras semanas, las necesidades quirúrgicas son importantes. La pauta general de traumatismos está formada por una gran parte de heridos con cortes y contusiones leves, un grupo menor aquejado de fracturas simples y una minoría de casos con fracturas múltiples graves y síndrome de aplastamiento, que requieren en algunos casos cirugía y en otros cuidados intensivos.<sup>2,3,4,5,8-11</sup>

Según el mismo estudio previo, “la mortalidad sísmica ha aumentado en paralelo con la frecuencia de los eventos durante los últimos 30 a 40 años, probablemente como resultado de unos mejores sistemas de información y, ciertamente, a un crecimiento importante de la población urbana, la cual vive en condiciones de vulnerabilidad sísmica importante”. Asimismo, el estudio reporta que “el impacto del terremoto fue mayor en el Pacífico Occidental, que representó 44% de las muertes, y en las Américas, que representaron 60% de la población afectada”. De los 738 eventos revisados por el estudio, “687 (96.9%) reportaron muertes, 420 (56.9%) causaron lesiones y 359 (51.4%) condujeron a la falta de vivienda” (cuadro V).<sup>2</sup>

## Factores que influyen en la morbilidad y la mortalidad por terremotos

Existe una serie de factores que tienen un efecto sobre la morbilidad y la mortalidad de las personas afectadas por un terremoto. Se pueden clasificar en factores naturales y los generados por el hombre:

### Factores naturales

Los que más influyen son los deslizamientos, los tsunamis/maremotos (ondas sísmicas marinas), las réplicas y las condiciones climáticas locales.

**Cuadro V**  
**MORTALIDAD RELACIONADA CON TERREMOTOS,**  
**NUMERO DE EVENTOS QUE REGISTRARON MÁS DE**  
**100 MUERTOS POR REGIÓN, 1980-2009, (N=122)**

Región según la Organización Mundial de la Salud	Núm. de eventos (%)
Europa	16 (13.1)
Américas	21 (17.2)
África	7 (5.7)
Asia Sudoriental	27 (22.1)
Pacífico Occidental	24 (19.7)
Mediterráneo Oriental	27 (22.1)

Fuente: The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events, 1980-2009 and Systematic Literature Review<sup>2</sup>

### *Tsunamis / maremotos*

Las marejadas y los altos niveles de agua ocasionados por el impacto de las ondas sísmicas marinas producen tsunamis y maremotos, como fue el caso del terremoto ocurrido en Sumatra/Indonesia (2004), cuyo devastador tsunami afectó a 12 países en el sudeste asiático. Al final, se reportaron 176 630 muertos, 49 778 desaparecidos y 1 906 603 personas afectadas. Igualmente, como consecuencia del terremoto en Tōhoku Japón, en 2012, y del posterior tsunami, se reportaron 19 850 muertos según datos de la OMS.

### *Topografía*

Los factores topográficos afectan sustancialmente el impacto de los terremotos. Las sacudidas violentas en áreas construidas sobre suelos de aluvión o vertederos, los cuales tienden a licuarse y exacerbar las oscilaciones sísmicas, pueden producir daños y lesiones importantes lejos del epicentro, como fue el caso de los terremotos en Loma Prieta (1989), Ciudad de México (1985) y Haití (2010). Igualmente, la saturación de los suelos con agua incrementa la probabilidad de deslizamientos y fallas en los diques. Los deslizamientos de tierra y lodo han sido los causantes de la mayoría de las muertes y de lesiones serias en varios terremotos: en China (1920), con un saldo de 100 000 muertos, y en Perú (1970), que alcanzó la cifra de 66 000 muertos. Igualmente, a estos factores se los relaciona con los terremotos de Tayikistán (1989), Filipinas (1990), Colombia (1994) y Cachemira (2005).<sup>2</sup>

### *Condiciones climáticas*

Los terremotos causan un gran daño a viviendas e infraestructura, y provocan que un número considerable

de personas queden sin abrigo y se vea obligadas a vivir por largos periodos en sitios y estructuras que no ofrecen la más mínima protección del medio ambiente, condiciones de higiene y saneamiento ambiental.<sup>4,5</sup> Éste es el caso del terremoto ocurrido en Haití (2010), en el que, según un estudio, las consecuencias se estimaron en “316 000 muertos, aproximadamente 300 000 heridos, 1.3 millones de personas desplazadas, 97 294 casas destruidas, 188 383 casa afectadas”, lo que obligó a un número considerable de personas a vivir en la calle, sin las condiciones mínimas.<sup>3,12,13</sup>

Otros estudios sostienen que, entre 1980 y 2009, a causa de los terremotos fueron afectadas 61.5 millones de personas, de las cuales unos 16 millones quedaron sin hogar.<sup>2</sup> Cuando las viviendas quedan con daños considerables, la lluvia y las bajas temperaturas podrían contribuir al incremento de la morbilidad y la mortalidad debido a la hipotermia, y ocasionar un incremento de la incidencia de las infecciones respiratorias agudas. Tales fueron los casos de los terremotos de Armenia (1998) y Cachemira/Pakistán (2005).<sup>2,3,7</sup>

### *La hora y el día*

La hora del día es un factor importante y determinante en el riesgo de muerte o lesión, pues de ésta depende el lugar donde se encuentren las personas durante el sismo y su probabilidad de quedar atrapadas: en un edificio colapsado, en sus residencias durante el sueño, en sus lugares de trabajo o en las escuelas. Debido a esto el desastre tendrá mayor o menor impacto sobre la morbimortalidad.

Éste fue el caso del terremoto de Armenia (1988), acaecido a las 11:41 horas, en el cual muchas personas quedaron atrapadas en las escuelas, edificios de oficina y fábricas. Lo mismo sucedió en el terremoto en la Ciudad de México (1985), que tuvo lugar a las 07:18; o en el de Cachemira/Pakistán, registrado a las 08:50; todos estos sismos afectaron a mucha gente que se encontraba en la hora de entrada a sus lugares de trabajo o en las escuelas.<sup>7,14,15</sup>

En contraste, el terremoto acontecido en Guatemala (1976) causó aproximadamente 24 000 muertes porque ocurrió a las 03:05 de la mañana, mientras la mayoría de la gente estaba durmiendo.<sup>2</sup>

No siempre la hora ha sido el mayor determinante del siniestro, sino también otras variables, como si el día es laborable o no, ya que las consecuencias serían diferentes. Éste ha sido el caso del terremoto de Long Beach/California (1933), el cual causó grandes daños a las escuelas, pero no hubo muertes porque ocurrió a una hora en que la escuela no funcionaba; o el terremoto de Northridge/California (1994), el cual causó un número

mínimo de lesionados y muertes pues aconteció a las 4:31 de un día festivo.<sup>2</sup>

### Factores generados por el hombre

Después de un terremoto existe el riesgo de incendios o de algún otro desastre tecnológico ocasionado por la combustión de una planta de hidrocarburos o la ruptura de un dique. Igualmente, en los países industrializados pueden producirse daños a estaciones nucleares, centros de investigación, fábricas productoras o áreas de almacenamiento de químicos o sustancias tóxicas. En algunos casos, tales desastres “posteriores” pueden causar muchas más muertes que las causadas directamente por el terremoto.<sup>1,3,5,16</sup>

Uno de los efectos secundarios más severos que pueden seguir a los terremotos es el incendio. En efecto, las sacudidas pueden dar lugar al volcamiento de estufas, calentadores, lámparas y otros elementos que pueden iniciar las llamas. También las sacudidas pueden ocasionar rupturas en las tuberías que llevan gas natural y agua. Lo anterior se podría corroborar con lo sucedido en Tokio (1923), en el cual se registró la muerte de aproximadamente de 140 000 personas, al igual que en San Francisco (1906), Loma Prieta (1989) y Northridge (1994), en el estado de California, sismos que reportaron numerosos incendios.<sup>3</sup> El ámbito de los riesgos causados por los terremotos debe ampliarse también a las plantas nucleares e instalaciones que almacenen sustancias de alto riesgo (químicas, biológicas, radiológicas y nucleares). La aseveración anterior se ejemplifica con el terremoto en Tōhoku, y posterior Tsunami (2011), que generaron la explosión de la planta de energía nuclear de Fukushima.<sup>17,18</sup>

### Factores estructurales

Se ha registrado que el origen más común de muertes y lesiones en la mayoría de los terremotos está en traumas causados por el colapso parcial o total de las estructuras, debido, principalmente, al derrumbe de edificaciones no sismorresistentes, construidas con materiales inadecuados o pobremente erigidas.<sup>2,3,5,8</sup> De allí que, según estudios retrospectivos,<sup>2,3,7,9,14,18-24</sup> los materiales de construcción que se asociaron con mayor riesgo de mortalidad son mampostería no reforzada, muros de barro y piedra, hormigón, construcción de paneles y construcción de madera. Las estructuras públicas como hospitales y centros de salud, escuelas, oficinas administrativas, puentes, centros religiosos y de culto, etc., han sido frecuentemente afectadas debido a que no cumplían con las condiciones de sismorresistencia necesarias para hacer frente a estos siniestros.

Durante el terremoto de la Ciudad de México (1985), la red hospitalaria sufrió daños considerables en sus infraestructuras, particularmente el Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS) que, en ese entonces, era el principal centro médico del país, el cual tuvo que ser evacuado casi en su totalidad, reduciendo considerablemente la disponibilidad de sus 2 306 camas.<sup>14,15</sup> También el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) se vio afectado en la prestación de sus servicios, ya que perdió 867 camas, las cuales representaban 36% de su capacidad instalada. Igualmente, la Secretaría de Salud se vio afectada al perder 2 158 camas, que representaban 43% del total de camas del área metropolitana, entre la cuales se encontraban más de 700 de éstas pertenecientes al Hospital Juárez y a la torre de Ginecobstetricia del Hospital General de México.<sup>15</sup> Lo anterior ha sido considerado como el mayor desastre de los servicios médicos de México. Así, en un solo día la ciudad sufrió la pérdida de más de 4 000 camas del sector público y la merma considerable de su personal médico. En términos de pérdidas humanas, se estima que más de 900 muertes (20% de las muertes certificadas) ocurrieron dentro de las estructuras hospitalarias, incluyendo a pacientes, familiares y personal médico.<sup>15</sup>

Durante el sismo del 7 de septiembre 2017, el sistema de salud también se vio afectado: se reportaron 129 estructuras de salud afectadas en el estado de Chiapas, de las cuales 58 pertenecen a la Secretaría de Salud, 69 al IMSS y dos al ISSSTE.<sup>8,25</sup>

El 19 de septiembre de 2017 México se vio afectado nuevamente por un sismo que destruyó decenas de edificios y casas en la Ciudad de México y afectó las estructuras públicas. Al 25 de septiembre, la Secretaría de Salud reportaba daños en la red hospitalaria que afectaron a unos 34 hospitales, 7 Unidades Médicas Familiares, 13 centros de salud y dos clínicas de especialidades, en la Ciudad de México y en los Estados de México, Puebla, Morelos y Veracruz.<sup>8,25</sup>

El caso de Costa Central, Perú (2007) es importante, pues dejó un saldo de 519 muertos, 1 366 heridos y 863 597 damnificados. Además, este siniestro afectó de forma considerable la red pública y de seguridad social del sector salud, dejando como saldo 11 establecimientos completamente destruidos, incluido el Hospital San Juan de Dios con capacidad de 110 camas, y 111 afectados en diferentes proporciones.<sup>23,26,27</sup>

Después del terremoto de Sichuan, China (2008), según datos oficiales se reportaron 69 170 muertos, 17 426 desaparecidos, 374 159 heridos, la destrucción de 50% de sus 23 834 estructuras de salud y unos 4 000 miembros de su equipo muertos o lesionados, lo que

afectó considerablemente la red de salud y su capacidad de prestar atención a las víctimas. Esto obligó al Estado a movilizar unos 94 000 profesionales de la salud de otras regiones y a instalar unos 24 hospitales de campaña para poder paliar las necesidades sanitarias.<sup>28</sup>

#### *Factores no estructurales*

Según varios estudios, elementos no estructurales como revestimiento de fachadas, piezas de mampostería, vigas, paredes divisorias, techos, ornamentos arquitectónicos externos, cielos rasos, al igual que el contenido dentro de las edificaciones como vidrios, muebles, lámparas, utensilios, entre otros, pueden caer durante un terremoto y, en algunos casos causar lesiones o muertes.<sup>2,3,7,14,18-24</sup>

#### *Factores de riesgo individual*

##### **Edad**

En algunas bibliografías se sostiene que los adultos mayores (>60 años), los niños, las mujeres y las personas crónicamente enfermas o discapacitadas tienen un mayor riesgo de muerte y de lesiones con respecto al resto de la población. En efecto, su lenta reacción, la falta de movilidad para huir de las estructuras colapsadas, la incapacidad para resistir el trauma y la exacerbación de enfermedades subyacentes son factores que pueden contribuir a la vulnerabilidad de esos grupos.<sup>3,5,9-11,15,16</sup> Este es el caso ocurrido en Haití, donde 25% de los pacientes eran menores de cinco años.<sup>2,3,12,13</sup>

##### **Comportamiento de los ocupantes**

El comportamiento de las personas durante un terremoto es un factor importante de predicción de su supervivencia. En efecto, en algunos siniestros, como los ocurridos en Filipinas (1990) y en Egipto (1992), hubo reportes de muertes y lesiones causadas por estampidas originadas cuando los ocupantes de edificios corrían con pánico a la salida más cercana. Por otra parte, una revisión reveló que quienes corrían inmediatamente fuera de los edificios tenían una menor incidencia de lesiones que quienes se quedaban dentro. Sin embargo, otros reportes revelan que correr hacia fuera puede incrementar el riesgo de lesiones, debido a las caídas de paredes o fachadas externas. También existen otros reportes en el sentido de la eficacia de moverse a un área protegida, como un portal o bajo un escritorio.<sup>2,3,10</sup>

##### **Tiempo transcurrido hasta el momento del rescate**

El tiempo transcurrido entre el comienzo del terremoto y el rescate de las víctimas del mismo que se encuentran confinadas en los escombros determina la probabilidad de supervivencia. Las personas atrapadas pueden sobrevivir varios días (5 a 7), sin embargo, ha habido ocasiones en las que se ha podido rescatar personas vivas 14 días después del terremoto.

##### **Impacto en la salud pública**

Desde el punto de vista epidemiológico, la morbilidad y la mortalidad ligadas a los terremotos se diferencian de otros desastres naturales, ya que los sismos provocan altas tasas de mortalidad por traumatismos, asfixia, inhalación de polvo (distrés respiratorio agudo) o exposición al entorno (p. e. hipotermia), por lo que muchas veces se requieren una atención médica quirúrgica y de resucitación compleja. Asimismo, los sismos destruyen infraestructuras del sector salud y vías de comunicación (carreteras, puentes, etc.), lo que afecta la cadena de suministros de medicamentos e insumos médicos, y el acceso a los servicios de salud. Durante las primeras semanas las necesidades quirúrgicas son importantes. La pauta general de traumatismos está formada en gran parte por heridos con cortes y contusiones leves, por un grupo menor aquejado de fracturas simples, y por una minoría de casos con fracturas múltiples graves, quemaduras, electrocuciones y síndrome de aplastamiento.<sup>2,3,5,8,10</sup>

##### **Mortalidad**

Varios estudios consideran que la mayoría de las muertes se produce por traumas que son resultado directo de las lesiones causadas al colapsar las estructuras y por caídas de materiales de construcción u objetos.<sup>2,3,5</sup> Las muertes pueden ser instantáneas, rápidas o tardías. Las primeras ocurren dentro de las primeras horas después del siniestro y se deben generalmente a lesiones severas en la cabeza, el tórax, el abdomen o la pelvis por aplastamiento, hemorragia interna o externa, o ahogamiento en terremotos de origen marino (tsunamis/maremotos).<sup>2,3</sup> Las muertes rápidas ocurren en minutos u horas y pueden deberse a asfixia por inhalación de aerosoles o compresión del tórax, choque hipovolémico o exposición ambiental (es decir, hipotermia).<sup>2,3</sup> Por su parte, las muertes tardías ocurren en días o semanas y pueden deberse a deshidratación, hipotermia, hipertermia, síndrome de aplastamiento, falla orgánica multisistémica,

coagulación vascular diseminada, infección de heridas o sepsis postoperatoria.<sup>2,3</sup>

### Morbilidad

La morbilidad relacionada con los terremotos habitualmente incluye traumas, enfermedades infecciosas y desórdenes de estrés postraumático (PSD), cuyo incremento puede favorecerse por el impacto sobre la infraestructura sanitaria y la interrupción de los servicios públicos, lo que perturba la prestación de los servicios básicos de salud pública.<sup>3</sup>

La mayoría de las personas que sufren lesiones menores o fracturas no complejas, causadas por la caída de materiales como piezas de mampostería, revestimientos y vigas, no requieren asistencia quirúrgica ni hospitalización, ya que son pacientes que pueden ser atendidos de manera ambulatoria.<sup>2,3,10</sup>

Según un estudio de revisiones bibliográficas, "las lesiones musculoesqueléticas relacionadas con terremotos más comunes son laceraciones (65%), fracturas (22%) y contusiones o esguinces de tejidos blandos (6%). Las víctimas del terremoto que requieren atención terciaria a menudo tienen fracturas de huesos largos, fracturas pélvicas (particularmente fracturas pélvicas de compresión lateral), lesiones por aplastamiento, síndrome compartimental y gangrena. El 36% de los pacientes con fracturas tienen lesiones múltiples y 6% de las fracturas se asocian con una lesión neurovascular".<sup>3</sup>

Por otro lado, las lesiones severas que requieren hospitalización incluyen fracturas de cráneo con hemorragia (p. e. hematoma subdural), lesiones cervicales con compromiso neurológico y daño a los órganos intratorácicos, intraabdominales e intrapélvicos tales como neumotórax, laceraciones del hígado o ruptura esplénica. Muchas personas seriamente lesionadas presentan varios compromisos como neumotórax con fractura de extremidades.<sup>2,3,8</sup>

La hipotermia, la infección secundaria de heridas, la gangrena que requirió amputación, la sepsis, el síndrome de dificultad respiratoria del adulto (SDRA), la falla de múltiples órganos y el síndrome de aplastamiento han sido las complicaciones más frecuentes reportadas después de terremotos severos.<sup>2,3,10</sup>

El síndrome de aplastamiento tiene efectos sistémicos que incluyen choque hipovolémico y anomalías electrolíticas (hipercalcemia, hipocalcemia, etc.), las cuales pueden causar falla renal y arritmias cardíacas fatales. Según ciertos estudios, se estima que aproximadamente la mitad de los pacientes con síndrome de aplastamiento desarrollan insuficiencia renal aguda y aproximadamente la mitad de éstos requirerendíalisis.<sup>2,3</sup>

Como ya se mencionó, el trauma causado por el colapso de edificaciones es la causa de la mayoría de las muertes y lesiones durante los terremotos. Sin embargo, un gran número de pacientes requiere cuidado inmediato por problemas no quirúrgicos tales como infarto de miocardio, exacerbación de enfermedades crónicas como diabetes o hipertensión, ansiedad y otros problemas de salud mental como depresión y enfermedad respiratoria causada por exposición a polvos y fibras de asbesto en escombros, las cuales afectan a víctimas y rescatistas.<sup>2,3,5,8</sup>

Asimismo, se ha reportado que después de estos siniestros hay un incremento del riesgo de problemas cardíacos, los cuales aumentan la proporción de muertes súbitas.<sup>2,3</sup> Según un estudio, "después del terremoto en Northridge/USA (1994), la incidencia de infartos agudos de miocardio aumentó en un 35% en la semana posterior al terremoto en comparación con la semana anterior". Una situación similar fue reportada después del terremoto en Taiwán en 1999.<sup>3</sup>

También los terremotos pueden desencadenar otros problemas de salud, como fue el caso del terremoto de Ciudad de México en 1985, en el que se reportó un incremento en el número de abortos, nacimientos prematuros y partos normales, que constituyeron, curiosamente, la primera causa de todas las admisiones hospitalarias de ese día.<sup>15</sup>

Por otro lado, después de un terremoto que provoque interrupción de los servicios de agua y saneamiento, o desplazamiento de poblaciones, se puede presentar un aumento en la incidencia de enfermedades infectocontagiosas con posibles brotes epidémicos, favorecidos por la concentración y hacinamiento poblacional en albergues no propiamente planificados y sin las condiciones mínimas de saneamiento ambiental.<sup>3,5,10,13,16</sup>

Existe el mito de que los cadáveres pueden generar epidemias después de un desastre, lo cual es falso. Por lo general, las víctimas de los terremotos mueren a causa de las heridas que han sufrido, más no por enfermedades infectocontagiosas.<sup>5,16,29</sup>

La probabilidad de que al momento del deceso la víctima haya estado enferma de infecciones que tengan un potencial epidémico (cólera, fiebre tifoidea, plaga, etc.) es mínima. Sin embargo, es posible que unas pocas víctimas hayan podido estar sufriendo enfermedades infecciosas.<sup>29</sup> De igual forma y según algunas referencias, la mayoría de los organismos infecciosos no sobreviven más de 48 horas en un cadáver, a excepción del VIH, el cual se ha encontrado hasta seis días después de la muerte de una persona.<sup>29</sup> Sin embargo, los individuos que manipulan restos humanos corren un riesgo pequeño de adquirir infecciones puesto que pueden entrar en

contacto con sangre y heces de los cadáveres (hepatitis B y C, VIH, tuberculosis y enfermedades diarreicas). Por otro lado, los equipos de recuperación de cuerpos generalmente trabajan en ambientes peligrosos y, por lo tanto, pueden correr el riesgo de sufrir heridas e infectarse con tétanos.<sup>29</sup>

## Conclusiones

- El nivel socioeconómico bajo es un factor muy importante de vulnerabilidad, ya que los que lo integran se ven obligados a construir sus viviendas en áreas localizadas en zonas de alto riesgo sísmico sin utilizar estándares de construcción adecuados; se construye con materiales de mala calidad y se habita en condiciones de hacinamiento, en áreas densamente pobladas.
- Los factores topográficos del suelo y los factores estructurales de las viviendas determinan la vulnerabilidad al impacto que tengan los sismos en la sociedad, en términos de morbilidad, mortalidad y afectación. Por lo tanto, es recomendable crear y fortalecer políticas públicas que busquen establecer códigos de construcción según estándares de sismorresistencia internacionales y, sobre todo, en estructuras públicas, primordialmente para las estructuras dedicadas a la atención de la población, particularmente durante un desastre. Al respecto, se recomienda hacer uso de la *Herramienta de Autoevaluación de Preparación para Desastres Hospitalarios*, desarrollada por el Department of Homeland Security (DHS), la cual se desarrolló para ayudar a los hospitales a revisar y actualizar planes de desastres existentes o en el desarrollo de nuevos planes. Al igual se recomienda el uso del Índice de Seguridad Hospitalaria, herramienta de evaluación rápida, confiable y de bajo costo que proporciona una idea inmediata de la probabilidad de que un establecimiento de salud continúe funcionando en caso de desastre.
- Varios siniestros evidenciaron la vulnerabilidad de los sistemas de salud y la necesidad de adoptar una política de Estado que evite la concentración de sus recursos (estructuras de salud, personal médico, recursos humanos, insumos, etc).
- El comportamiento de las personas durante un terremoto es un factor importante de predicción de su supervivencia; por lo tanto, la educación de la comunidad acerca de cómo comportarse durante un evento es primordial. Por consiguiente, la preparación es necesaria a nivel comunitario, organizacional y de sistema, particularmente de los servicios

sanitarios, para mitigar los efectos adversos para salud y para el sistema de respuesta del Estado.

- Dentro de los factores de riesgo, los niños menores, los adultos mayores y las personas con problemas de movilidad presentan una mayor vulnerabilidad. Esto debe ser tomado en cuenta por los estados en sus fases de prevención y preparación previas a un terremoto.
- Desde el punto de vista epidemiológico, la morbilidad y la mortalidad están relacionadas con lesiones traumáticas, las cuales demandan muchas veces niveles de atención médica especializada en un periodo corto, para la cual muchas veces los estados no se encuentran preparados.
- Además de las víctimas de traumatismos relacionados con el terremoto, los servicios de emergencia y los hospitales también deberían prepararse para responder a otras necesidades de salud como enfermedades cardiovasculares, enfermedades infectocontagiosas y desórdenes de estrés postraumático.

*Declaración de conflicto de intereses.* El autor declaró no tener conflicto de intereses.

## Referencias

1. U.S. Geological Survey. [cited 2017 nov] USA: USGS. Available from: <http://www.usgs.gov>
2. Doocy S, Daniels A, Parcker C, Dick A, Kirsh TD. The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events, 1980-2009 and Systematic Literature Review. *PLOS Currents Disasters*. 2013;1(Apr). <https://doi.org/10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833>
3. Bartels SA, Van Rooyen MJ. Medical Complications Associated with Earthquakes. *Lancet*. 2012;379: 748–57.
4. Noji EK. Impacto de los Desastres en la Salud Pública. Washington DC: OPS, 2000.
5. Servicio Sismológico Nacional, Universidad Nacional Autónoma de México. Reporte generado por el SSN el 25 de septiembre del 2017. México, SSN, 2017. Disponible en: [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20170919\\_Puebla-Morelos\\_M71.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170919_Puebla-Morelos_M71.pdf)
6. Guha-Sapir D, Hoyois P, Below R. Annual Disaster Statistical Review 2013: The numbers and trends. Bélgica: CRED, Université Catholique de Louvain, 2014.
7. Peiris N, Rossetto T, Burton P, Mahmood S. The Kashmir, Pakistan Earthquake of October 2005: A Field Report by EEFIT. London, UK: Earthquake Engineering Field Investigation Team, Institution of Structural Engineers, 2006.
8. Secretaría de Salud. Informe sobre las acciones realizadas ante el sismo del 19 de septiembre. México: Ssa, 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/prensa/informe-sobre-las-acciones-realizadas-ante-el-sismo-del-19-de-septiembre>
9. Pan American Health Organization: Terremoto y tsunami causan devastación en Asia del Sur. *Disasters*. 2005;98(Jan). Disponible en: [http://www.paho.org/disasters/newsletter/index.php?option=com\\_content&view=article&id=308%3Aearthquake-and-tsunami-devastate-south-asia&catid=154%3Aissue-98-january-2005-news-from-pahowho&lang=es](http://www.paho.org/disasters/newsletter/index.php?option=com_content&view=article&id=308%3Aearthquake-and-tsunami-devastate-south-asia&catid=154%3Aissue-98-january-2005-news-from-pahowho&lang=es)

10. Cartwright C, Hall M, Lee ACK. The changing health priorities of earthquake response and implications for preparedness: a scoping review. *Public Health*. 2017;150(Sep):60-70. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2017.04.024>
11. Hall ML, Lee ACK, Cartwright C, Marahatta S, Karki J, Simkhada P. The 2015 Nepal earthquake disaster: lessons learned one year on. *Public Health*. 2017; 145(Apr):39-4.
12. Guha-Sapir D, Vos F, Below R, Ponserre S. Annual Disaster Statistical Review 2010: The numbers and trends. Bélgica: CRED, Université Catholique de Louvain, 2011.
13. Benjamin E, Bassily-Marcus AM, Babu E, Silver L, Martin ML. Principles and Practice of Disaster Relief: Lessons From Haiti. *Mount Sinai Journal of Medicine*. 2011;78(3): 306-18. <https://doi.org/10.1002/msj.20251>
14. Booth ED, Earthquake Engineering Field Investigation Team. The Mexican Earthquake of 19th September 1985, A Field Report by EEFIT. London: Society for Earthquakes and Civil Engineering Dynamics, Institution of Civil Engineers, 1986.
15. Frenk J, González MA, Sepúlveda J. Los Sismos de Septiembre y la Salud en México. *Estudios demográficos y urbanos*, 1987;2(1):121-39. <https://doi.org/10.24201/edu.v2i1.619>
16. Hernández-Ávila M, Lazcano-Ponce E. Salud pública. Teoría y práctica. México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2013.
17. Guha-Sapir D, Vos F, Below R, Ponserre S. Annual Disaster Statistical Review 2011: The numbers and trends. Bélgica: CRED, Université Catholique de Louvain, 2012
18. Pomonis A, Saito K, Fraser S, Chen-Chian S, Goda K, Macabuag J, et al. The 9.0 Tohoku Earthquake and Tsunami of 11th March 2011: A Field Report. UK: Institute for Risk & Disaster Reduction.
19. Ledbetter SR, Bommer JJ. The San Salvador earthquake of 10th October 1986. A field report by EEFIT. London, UK: Rendel Palmer & Tritton, 1987. Disponible en: <https://www.istructe.org/downloads/resources-centre/technical-topic-area/eefit/eefit-reports/san-salvadore.pdf>
20. Mahmoud R, Mahen, WS, Earthquake Engineering Field Investigation Team, Engineering Aspects of the Manjil, Iran Earthquake of 20 June 1990: A Field Report. UK: WS Atkins Engineering Sciences Ltd, Woodcote Grove, Epsom, 1990.
21. William MS, Pomonis A, Booth ED, Ring S. The Erzincan Turkey Earthquake, of 13 March 1992: A field report by EEFIT. London, UK: EEIFI, 1992.
22. Pomonis A, Rossetto T, Peiris N, Wilkinson S, del Re D, Koo R, et al. The Indian Ocean Tsunami of 26 December 2004: Mission Findings in Sri Lanka and Thailand. UK: Earthquake Engineering Field Investigation Team, Institution of Structural Engineers, 2007.
23. Taucer F, Alarcon JE, So E. 2007 August 15 Magnitude 7.9 Earthquake near the Coast of Central Peru, JRC Scientific and Technical Report. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2009;7(1):1-70. <https://doi.org/10.1007/s10518-008-9092-3>
24. Booth E, Saito K. The Haiti Earthquake of 12 January 2010, A Field Report by EEFIT. UK: University of Cambridge, 2011.
25. Organización Panamericana de la Salud. "Sismo México, Análisis de Situación, del 20 al 28 septiembre 2017". Washington, D.C.: OPS, 2017
26. Pan American Health Organization. terremoto en Perú, vuelven los mitos. *Desastres*. 2007;108(Oct):4. Disponible en: [http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=books&alias=395-boletin-108-octubre-2007&Itemid=1179&lang=en](http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=books&alias=395-boletin-108-octubre-2007&Itemid=1179&lang=en)
27. Organización Panamericana de la Salud. Perú sigue reconstruyendo los servicios de salud afectados por el terremoto de Ica. Washington DC: OPS, 2007.
28. Pan American Health Organization. PAHO/WHO experts share experiences with Chinese authorities during the Sichuan earthquake of 12 May 2008. *Disasters*. 2008;110(Oct). Disponible en: [http://www.paho.org/disasters/newsletter/index.php?option=com\\_content&view=article&id=124%3A%3Apahowho-experts-share-experiences-with-chinese-authorities-during-the-sichuan-earthquake&catid=62%3Aissue-110-october-2008-perspective&lang=en](http://www.paho.org/disasters/newsletter/index.php?option=com_content&view=article&id=124%3A%3Apahowho-experts-share-experiences-with-chinese-authorities-during-the-sichuan-earthquake&catid=62%3Aissue-110-october-2008-perspective&lang=en)
29. Comité Internacional de la Cruz Roja. La gestión de cadáveres en situaciones de desastre: Guía práctica para equipos de respuesta. 2da ed. Ginebra: CICR, OPS, FICR, 2016. Disponible en: <https://shop.icrc.org/icrc/pdf/view/id/476>